

“Relación entre tarifa y cantidad de personas que usan transporte público de pasajeros. Un caso de articulación entre Matemática y Economía”

Autor:

Municoy, María Cecilia y Regoli Roa, Silvia

E-mail

cmunicoy@fce.unl.edu.ar - sregoli@fce.unl.edu.ar

Eje Temático

Educación en las Ciencias Económicas

Introducción

La importancia de los fuertes vínculos entre la matemática y la ciencia debería resultar evidente para cualquier persona. Desafortunadamente, hay en el país una clara escasez de personas capaces de cubrir la brecha entre la matemática y las ciencias. Esto se reconoce en los países desarrollados donde se establecen políticas activas para superar esta deficiencia, por su alto impacto económico. En nuestro país, esta escasez alcanza niveles francamente alarmantes y uno de los desafíos que nos plantea es cómo superar el problema educativo subyacente. Para intentar revertir esta situación planteamos el abordaje de temas en forma articulada, entre las áreas matemática y economía.

Entendemos que la enseñanza universitaria debe nutrirse de distintas disciplinas pero si las mismas permanecen como compartimentos estancos, esto conduce necesariamente al empobrecimiento progresivo en la formación de los alumnos y también de los profesores.

Así también consideramos que, el buen desarrollo de actividades que favorezcan una mayor conexión entre disciplinas no garantiza una mejora espontánea de la calidad de enseñanza pero permite generar bases adecuadas para lograrlo.

El presente trabajo se inscribe dentro del proyecto CAI+D denominado “Regulación de los servicios públicos en Europa, Latinoamérica y Argentina. Agua y Transporte”. En este trabajo se pretende analizar distintas alternativas para mejorar el transporte público de pasajeros en la ciudad de Santa Fe integrando conceptos matemáticos y económicos.

En el trabajo se presenta un ejemplo de este tipo de articulación, el cual consiste en indagar si existe un círculo vicioso entre tarifa y número de pasajeros transportados por las distintas empresas y en tal caso analizar cuáles son las causas y de qué manera impactan en esta relación.

Objetivos

XI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas

“Conocimiento e Innovación en la FCE”

A partir de diferentes estrategias, y haciendo uso de herramientas matemáticas, se persigue realizar un artículo con doble finalidad, la primera es que pueda servir como material de enseñanza en distintas cátedras de Matemática como de Economía; la segunda es aportar material relevante para enriquecer nuestro proyecto de investigación.

Metodología

Coincidimos con Perkins (1999) en que el conocimiento, la habilidad y la comprensión son el material que se intercambia en educación. La mayoría de los docentes muestran un fuerte compromiso con los tres. Todos quieren que los alumnos concluyan sus experiencias de aprendizaje con un buen repertorio de conocimientos, habilidades bien desarrolladas y una comprensión del sentido, la significación y el uso de lo que han estudiado. De manera que vale la pena preguntarse qué concepción del conocimiento, de la habilidad y de la comprensión asegura que lo que ocurre en el aula entre docentes y alumnos fomente estos logros.

Perkins señala que para el conocimiento y la habilidad, la respuesta es sencilla. El conocimiento es información a mano. Nos sentimos seguros de que un alumno tiene conocimientos si puede reproducirlos cuando se lo interroga. Y considera que si el conocimiento es información a mano, las habilidades son desempeños de rutina a mano.

Pero la comprensión demuestra ser más sutil ya que no se reduce al conocimiento. “Comprender es la habilidad de pensar y actuar con flexibilidad a partir de lo que uno sabe” (Perkins, 1999, p.69). Para realizar el trabajo tomamos algunos de los elementos de la Enseñanza para la Comprensión (EpC), los cuales son: “tópicos generativos, metas de comprensión, desempeños de comprensión y evaluación diagnóstica continua” (Stone Wiske, 1999, p. 14) donde cada elemento define “qué vale la pena comprender identificando tópicos o temas generativos y organizando propuestas curriculares alrededor de ellas; clarifica lo que los estudiantes tienen que comprender articulando metas claras centradas en comprensiones clave; motiva el aprendizaje de los alumnos involucrándolos en desempeños de comprensión que exigen que éstos apliquen, amplíen y sinteticen lo que saben, y controla y promueve el avance de los estudiantes por medio de evaluaciones diagnósticas continuas de sus desempeños, con criterios directamente vinculados con las metas de comprensión” (Stone Wiske, 1999, p. 95).

El trabajo muestra la importancia del acceso a nuevas estrategias didácticas para la enseñanza de los elementos que conforman la base de las Ciencias Económicas, considerados significativos para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de Nivel Medio y Superior, que permitan vincular ambas disciplinas, la matemática con la economía.

De esta forma, los estudiantes podrán darse cuenta que las herramientas matemáticas, aun las más elementales, pueden ser utilizadas en el análisis de diferentes aspectos de la realidad, y ser aplicadas a la comprensión del funcionamiento de la regulación de los servicios públicos, en este caso el transporte urbano de pasajeros.

Lo antes expuesto permite mostrar una dinámica de clase consistente en los siguientes ejes de acción:

- Presentación de contenidos teóricos.
- Implementación de estrategias didácticas para el abordaje de los contenidos.

Los que se desarrollan de la siguiente manera:

- 1) El profesor presenta el caso y la problemática del transporte urbano de pasajeros.
- 2) Los alumnos en grupo exploran como los contenidos teóricos del área de Matemática pueden ser aplicados a construir indicadores que permitan avanzar en la comprensión de la problemática del transporte urbano de pasajeros.
- 3) Puesta en común.

XI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas

“Conocimiento e Innovación en la FCE”

Esta modalidad se inscribe en lo que se conoce como “enseñanza dirigida”, dado que el docente mediante preguntas a los alumnos va orientándolos, de modo tal que entre los alumnos y el profesor van construyendo el aprendizaje.

Esto implica que esta práctica se la puede encuadrar desde el punto de vista epistemológico en el “constructivismo”.

Presentación de un caso a modo ilustrativo**Relación entre tarifa y cantidad de personas que usan transporte público de pasajeros**

Como primer paso, se presenta a los estudiantes los antecedentes del caso y se los orienta para relacionar la problemática con un abordaje teórico con conceptos de la matemática que ya han estudiado. Es decir les pedimos a los estudiantes que piensen a partir de lo que saben.

Es una realidad que en el transporte público de pasajeros, a medida que se pierden pasajeros por distintas razones, la tarifa necesariamente debe aumentar para cubrir los costos de las empresas prestatarias. En caso que no se pueda aumentar la tarifa, los empresarios bajan la calidad del servicio entendida como, por ejemplo, menor mantenimiento o incumplimiento de las frecuencias o los recorridos.

Esto se puede transformar en un círculo vicioso que se desarrolla en el tiempo, ya que tanto la menor calidad del servicio como la mayor tarifa desestiman a los pasajeros a hacer uso del transporte público bajando nuevamente el número de personas transportadas y originando nuevas bajas de calidad y o aumento de tarifas, situación que tiende a repetirse, con el consiguiente deterioro de la prestación del servicio.

Respecto del aumento de la tarifa mencionado en el párrafo anterior, es importante advertir que no siempre producirá un aumento en el ingreso de las empresas prestatarias del servicio.

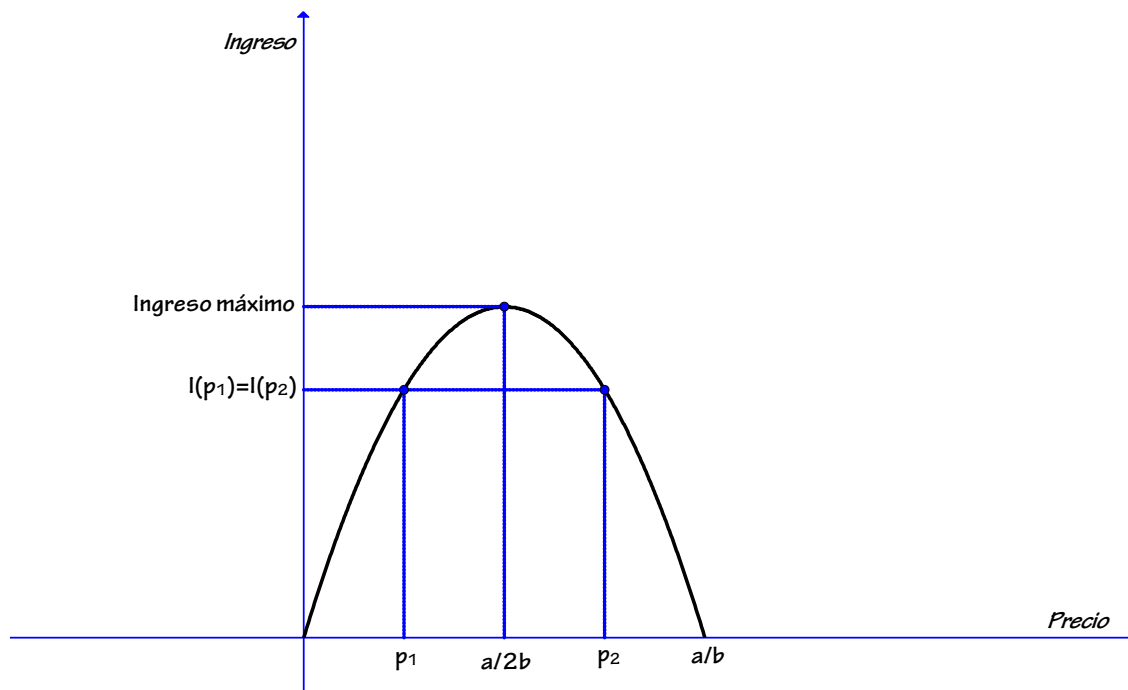
Una prueba de esta afirmación es la curva que muestra que la recaudación de impuestos aumenta a medida que aumenta su tasa, sólo hasta cierto punto, a partir del cual nuevos aumentos de tasa implican disminución de la recaudación, la que se conoce como curva de Laffer o Laffer-Dupuit (Macon, 1985).

Si se aplica este concepto al caso que estamos analizando para el ingreso y el precio del boleto o tarifa de colectivos, cabe preguntarse si cada vez que los empresarios suben el precio del boleto también sube el ingreso de las empresas.

La curva del ingreso en función del precio de la demanda es similar a la curva de Laffer y se puede observar claramente en la siguiente gráfica que no siempre aumenta el ingreso cuando aumenta el precio. Se observa que el ingreso aumenta al principio, a medida que aumenta el precio, llegando a un máximo, hasta un punto en que nuevos incrementos en los precios provocan un ingreso más bajo.

XI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas

"Conocimiento e Innovación en la FCE"



¿De qué depende esta afirmación? De la elasticidad de la demanda. Para que el ingreso aumente cuando aumenta el precio, debemos encontrarnos en una parte inelástica de la curva de demanda de transporte, caso contrario se obtiene el efecto inverso, esto es, aumenta el precio y disminuye el ingreso. Además, en algún nivel de precio el ingreso empieza a decrecer y por lo tanto es importante conocer cuál es el nivel de precio que proporciona el máximo ingreso para no caer en la zona no deseada.

En la gráfica anterior se representó un ejemplo sencillo donde la función ingreso se obtiene a partir de una demanda lineal. Esto es:

$$I(p) = p \cdot q(p) \quad \text{y} \quad q = a - bp \quad \text{donde} \quad a > 0, \quad b > 0, \quad D_q = [0, a/b] \quad \text{y} \quad R_q = [0, a]$$

Y en la que se puede observar que cuando el precio varía en el intervalo $(0, a/2b)$, el ingreso aumenta hasta llegar a un punto máximo que se obtiene para un nivel de precio $p = a/2b$. A partir de este precio, cuando varía en el intervalo $(a/2b, a/b)$, el ingreso decrece.

Dado que en la realidad normalmente no ocurre esta situación de demanda lineal, es que se debe mostrar que los resultados no dependen de la expresión analítica de la demanda sino que se verifican para cualquier función $q = q(p)$ con p y q no negativas.

Lo dicho anteriormente se puede verificar analíticamente si consideramos el ingreso como una función del precio, esto es: $I = f(p)$. Si definimos la demanda como una función general del precio, $q = q(p)$, entonces el ingreso tiene la siguiente expresión:

$$I(p) = p \cdot q(p)$$

Para ver cómo varía cuando varía p , derivamos el ingreso con respecto al precio p y obtenemos la siguiente ecuación:

XI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas

“Conocimiento e Innovación en la FCE”

$$\frac{dI}{dp} = q(p) + p \frac{dq}{dp}$$

Para que el ingreso aumente cuando aumenta el precio debe ser $\frac{dI}{dp} > 0$ y por lo tanto:

$$q(p) + p \frac{dq}{dp} > 0 \rightarrow p \frac{dq}{dp} > -q(p) \rightarrow \frac{p}{q} \frac{dq}{dp} > -1 \rightarrow -\frac{p}{q} \frac{dq}{dp} < 1 \rightarrow |\varepsilon| < 1$$

Cuando $|\varepsilon| < 1$, la demanda es inelástica y verifica lo dicho anteriormente.

Revisando las herramientas de análisis que brindan los autores del libro “Los costos en el transporte urbano de pasajeros” (Yardin, et al., 1981) encontramos la siguiente ecuación:

$$T = \frac{E_e}{P} + \frac{E_u}{P/U} + \frac{V_k}{P/K} + V_p \quad (I)$$

Donde:

E_e : costos periódicos originados por la estructura de apoyo de la empresa en el lapso considerado (Ej.: Remuneración personal administrativo, amortización de edificios, etc.).

E_u : costos periódicos originados por los coches en servicio, en el lapso considerado (Ej.: Remuneración personal de conducción, patente, seguro de la unidad, etc.).

V_k : costos proporcionales originados por el funcionamiento de cada unidad en servicio, en un kilómetro recorrido (Ej.: combustible, neumáticos, etc.).

V_p : costos proporcionales originados por la venta de boletos (Ej.: tasa de fiscalización, impresión de boletos, etc.).

P : cantidad de pasajeros transportados por toda la empresa en el lapso considerado.

P/U : cantidad de pasajeros transportados por cada coche en el lapso considerado.

P/K : pasajero/kilómetro, es decir, cantidad de boletos vendidos por cada coche por cada kilómetro recorrido.

T : tarifa.

Considerando la ecuación (I), se solicita a los estudiantes que la expresen de otra forma, equivalente a la dada, para que arroje más claridad a lo que queremos analizar obteniéndose la siguiente ecuación:

$$T = \frac{E_e}{P} + \frac{U \cdot E_u}{P} + \frac{K \cdot V_k}{P} + V_p$$

Luego de que los alumnos han comprendido con qué facilidad se puede interpretar cierta problemática del área de transporte usando la matemática, se los anima a pensar posibles soluciones a la misma.

Un porcentaje alto de los estudiantes pudo visualizar que la forma de revertir este círculo vicioso podría ser aumentar el número de pasajeros transportados para que los tres primeros términos disminuyan su valor y consecuentemente disminuya el valor de la tarifa. Para ello se podrían tomar distintas medidas: acciones desde el sector público o acciones desde el sector privado.

Desde el sector público: brindando mejoras en la infraestructura de la ciudad, asphaltando ciertas calles, mejorando el alumbrado, aumentando la seguridad, apoyando la demanda a través de un subsidio tipo vale transporte como está establecido en Brasil u otro sistema.

XI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas

“Conocimiento e Innovación en la FCE”

Desde el sector privado: fomentando que los empresarios mejoren la calidad del servicio modificando los recorridos, minimizando los tiempos de viaje, aumentando la frecuencia del transporte, mejorando el mantenimiento de las unidades, entre otros.

Generalmente el sector privado no procede beneficiando al usuario por lo tanto se requiere que el Estado ordene el comportamiento de ciertos agentes, dado que caso contrario, la acción individual no permitiría satisfacer efectivamente las necesidades de la comunidad. Esta necesidad de organizar y coordinar se plasma en normas o restricciones respecto del accionar de ciertos grupos. En el caso de los prestadores de un servicio público corresponde al Estado asegurar la accesibilidad de la mayor cantidad posible de personas o derechohabientes, en condiciones similares de precio y calidad (Regoli Roa, 2007).

Se instó a los estudiantes a referirse a la problemática del transporte en su propia ciudad, desde su propia experiencia como usuarios, discriminando posibles acciones desde el ámbito público pero también desde la esfera privada.

Las respuestas surgieron desordenadas y a continuación se exponen sintéticamente.

En el caso del transporte público de pasajeros, el Estado podría coordinar los recorridos, las frecuencias, la estructura tarifaria, etc. para evitar que los prestadores impongan aquellas que les resulten más convenientes desde el punto de vista privado, que no siempre serán aquellas que maximicen el bienestar de la comunidad. Por ejemplo, la búsqueda de mayor rentabilidad puede implicar desatender zonas de baja densidad poblacional o de bajos ingresos o brindar un nivel de seguridad o de calidad sub óptimo (Regoli, 2007).

Mejorar la calidad del transporte público en la ciudad de Santa Fe implica resolver algunos problemas tales como:

- Barrios enteros no tienen acceso a ninguno de los hospitales.
- Muchos vecinos tienen que caminar entre 15 y 25 cuadras para acceder al servicio.
- Barrios enteros no poseen acceso al servicio.
- Los colectivos no circulan por las calles de tierra.

Aumentando la calidad del transporte, la demanda del mismo aumentará haciendo que la cantidad de pasajeros transportados por las empresas en un lapso determinado también aumente y de esta forma, aplicando la ecuación (I) se obtendría una importante reducción de la tarifa.

A continuación se propuso a los alumnos una actividad de reflexión en grupo y posterior puesta en común de lo aprendido.

Conclusiones

En el marco de el paradigma constructivista y en particular de el modelo de Enseñanza para la Comprensión (EpC) propuesta por Perkins se realizaron varias clases con la metodología de la enseñanza dirigida con el objetivo de articular conceptos económicos y conceptos matemáticos.

Se puede afirmar que el impacto de estas experiencias realizadas tanto en la Facultad de Ciencias Económicas como en la universidad de Villa María, así como en las Maestrías de Administración Pública de la Facultad de Ciencias Económicas y en Gestión Integrada de Recursos Hídricos, ha sido altamente positivo.

Se pudo observar que en promedio el 80% de los alumnos manifestó haber comprendido los conceptos económicos presentados a través de la asociación con conceptos matemáticos sencillos aplicados según el caso.

Como conclusión se puede afirmar que la articulación de conceptos de ambas disciplinas potenció la comprensión de los estudiantes sea del nivel medio como universitario.

Referencias bibliográficas

XI Jornadas de Investigación de la Facultad de Ciencias Económicas**“Conocimiento e Innovación en la FCE”**

- Macon, J. (1985). *Las finanzas Públicas Argentinas*. Buenos Aires: Macchi.
- Perkins, D. (1995). *La escuela inteligente*. Barcelona: Gedisa.
- Perkins, D. (1999). ¿Qué es la comprensión? En M. Stone Wiske (comp.), *La Enseñanza para la Comprensión* (pp. 69-95). Buenos Aires: Paidós.
- Regoli Roa, S. (2007). *La regulación del transporte público urbano de pasajeros. El caso de la ciudad de Santa Fe*. Tesis de Maestría en Administración Pública, Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- Stone Wiske, M. (1999). *La enseñanza para la comprensión*. Buenos Aires: Paidós.
- Varian, H. R. (1996). *Microeconomía intermedia. Un enfoque actual* (4º Ed.). Barcelona: Antoni Bosch.
- Yardin, A., Rodríguez Jauregui, H. y Cuesta, N. (1981). *Los costos del transporte urbano de pasajeros*. Buenos Aires: Macchi.